

被服図形の合成則に関する研究

第1報 システム・アーキテクチャ

和 知 孝 雄

Pinciples of Garment Figure Synthesizing PART I

System Architecture of a Computer Aided Garment Figure Synthesizer

TAKAO WACHI

緒 言

被服図形に関する興味ある研究課題は被服図形の特性値を抽出することである。被服図形の特性値が明らかになったとすると、これらの特性値と心理学的測定値などの他の特性値との関連を解明できると期待される。しかしながら、被服図形の数理的記述に関する報告例がなく、またこれらに対する有力な研究方法も提唱されていない。これらの問題を解決する有望な方法のうちのひとつは被服デザイナーの被服設計過程をコンピュータで追跡する方法である。そこで本論文はコンピュータと被服デザイナーとの対話を通して被服の設計が進行するときに重要な役割を担う被服図形の合成則を数学的に抽象化することを主たる研究目的としている。

ここでいう被服図形とは新しく導入された概念であり被服のデザイン過程およびデザイン結果を図式的に表わしたもののうちで、それらが最終的には被服型紙と一对一の対応に帰結できるものをいう。具体的にいえば従来はスタイル画、ニットデザイン、プリントデザインなどは、被服型紙とは独立におこなわれてきた。このため従来の被服型紙は、無地の平面上に描かれた単なる線画にすぎず、織物組織図や、プリント図案などの他のデザイン情報は被服型紙には伝達されていなかった。

そこで本論文ではまず被服型紙の概念がつぎのように拡大された。被服型紙は外郭線のみならず柄情報や他の被服型紙との関連を表わす情報をも含めたものとして定義し、さらにこの概念の適用範囲を拡大するために、被服デザインの帰結が被服型紙であるという前提のもとに、スタイル画やニットデザイン、プリントデザインなどがつぎのように抽象化された。これらはそのデザイン情報を損失することなく被服型紙に写像することができ

るという意味において等価である。このように拡大された被服型紙の概念を本論文では被服図形とよんでいる。

この被服型紙の概念の拡大は全く新しい被服デザイン理論を引き出した。具体的な例をあげて説明すると、たとえば、採寸に基づいて作図された被服型紙の外郭線が決定されたとき、つぎにこれらの外郭線で囲まれる領域に色彩や柄情報を書きこむことによって被服デザインとともにテキスタイルデザインをも遂行することができるということである。また、予め柄情報を定義しておき、つぎに被服型紙をその上で移動させてデザイナーの意図する柄情報がその外郭線の内部領域に含まれたときに被服型紙のデザインを終了することで被服デザインを遂行することができる。

これらの例から明らかなように、このデザイン理論では、被服型紙を出発点としたトップ・ダウン方式で被服デザインが遂行され、また被服型紙の外郭線と色柄情報との合成則、外郭線と外郭線との合成則、および色柄情報と色柄情報の合成則が中心的役割を果たすことになる。さらにまた被服図形はいくつかの部分被服図形の集合図形と考えられるから、いくつかの部分被服図形を合成することで被服図形を構成することができるからその合成則を明らかにしていくことが重要な課題となる。

さて、被服図形が他の一般図形と著しく異なる点は、著者によってすでに指摘されたが¹⁾ここではさらに被服外郭線が他の一般図形と異なる特性を持っている点について明らかにしておく必要がある。被服外郭線はそれらのうちの適当な部分が縫合されて、平面上の布から人体曲面を覆う被服に作られる。このとき被服外郭線が人体曲面に適合するかどうかは被服外郭線の形状のみで決定されるのではなく、布地の持つ著しい力学異方性からも強く影響を受けることが知られている²⁾。したがって被服

外郭線は幾何学的には全くファジィな曲線(*fuzzy line*)である。この作図線が幾何学的な非決定要素を含んでいるファジィ曲線から構成されていることが被服図形の大きな特徴である。このことの原因から本論文では、いわゆる被服型紙製図法には言及しないで、被服外郭線の幾何学的構造の記述法からデザイン理論を展開することにする。

とくに本論文では被服図形の合成や再構成をコンピュータで計算が実現可能となることを保証するための基礎的な理論が、幾何学的基礎論³⁾に基づいて注意深くしかも厳密に与えられている。この理論に基づいて被服図形の幾何学的構造が代数構造で表現することが可能となった。このことによって被服図形の記述に対するあいまいさが大きく除去された。

理 論

被服図形の正準な記述形式を与えることによって、被服図形の合成則を解明するに必要な基礎理論と、それを遂行する **CAPS** (*Computer Aided Pattern Synthesizer*) システムのシステム・アーキテクチャの基礎理論を構成することができることを明らかにすることが本節の目的である。

被服図形 Ω はいくつかの部分被服図形 Ω_i の集合図形

$$\Omega = \bigcup_{i=1}^n \Omega_i$$

であると考えられる。したがって被服図形を、それを構成している部分被服図形に分解することによって、被服図形の幾何学的構造を記述することができる。しかしながら被服図形を機械的に分解してゆくためには、この被服図形の構造を示す形式的でかつ厳密な規則を与えねばならない。その目的は、被服図形の作図という直観的概念を形式的に定義し、その不正確さを除去することにある。被服図形はつぎのように定義する⁴⁾。

〈GARMENT FIGURE〉 ::=

〈ATTRIBUTE〉 〈SUBGARMENT FIGURE〉 |
 〈SUBGARMENT FIGURE〉 〈GARMENT FIGURE〉
 〈ATTRIBUTE〉 ::=
 〈OUTLINE SHAPE〉 〈TEXTURE〉
 〈INCIDENCE〉 |
 〈OUTLINE SHAPE〉 〈GARMENT FIGURE〉
 〈INCIDENCE〉
 〈OUTLINE SHAPE〉 ::=
 〈POINT〉 〈LINE〉 〈INCIDENCE〉
 〈TEXTURE〉 ::=
 〈PLACEMENT RULE〉 〈COLOR〉
 〈SUBGARMENT FIGURE〉 ::=

〈GARMENT〉 〈PLACEMENT RULE〉

したがって単純な被服図形要素の組み合わせで、より複雑な図形を構成することが「計算可能」である。

1. 被服図形の基底接続代数系 Ω

被服図形の幾何学的構成要素は点 P 、線 L およびインシデンス \circ の3つの無定義用語である。ここでインシデンス \circ とは、フリーハンドで2点間を結ぶとか、曲線を分割するとかといったファジィな作図演算を表わしている。もちろん2直線の交点や交角を求めるとか、2点間を結ぶ直線を引くとか、半径 a の円を描くとかといった作図演算をももちろん含める。また L には点群を結ぶ曲線群に与えられたライン・タイプを表示する機能を与えることにすると、つぎの公理を得る。

公理1 (インシデンス公理)

- 1) 相異なる2つの点は、少なくともひとつのライン・タイプを決定する。
- 2) ひとつのライン・タイプで決定される線上には、少なくとも2つのデザイン点が存在する。

公理2 (順序公理)

- 1) 点 B が点 A , C の間にあるというときには、 A, B, C はライン・タイプ l_{AC} 上の相異なる3点で、点 B はライン・タイプ l_{AC} 上にもある。
- 2) 点 A, C がライン・タイプ l 上の相異なる2点ならば、 l 上に点 B を見出して、点 C が点 A, B の間にあるようにすることができる。
- 3) 点 B が点 A, C の間にあれば、点 A が点 B, C の間にあることはない。

公理2の1), 2), 3) から、つぎの定理が成り立つ。

定理1 (線形順序の定理)

ひとつのライン・タイプ上の点は線形に順序づけられ、作図順序を与えることができる。

すなわちライン・タイプに n 個の点 ($n > 2$) が与えられたとき、それらに適当に番号をつけて P_1, P_2, \dots, P_n とすれば、 $1 \leq i < j < k \leq n$ ならば P_j は P_i と P_k の間にあるように作図することができる。このような番号のつけ方は2通りしかない。

さて、あるインシデンスによって指定されている点列をひとつの作図単位と考えることにする。いいかえるならば、一連の点列はひとつの作図演算子によって作り出すことができる作図単位を構成していると考えことにすれば、被服図形の外郭線は、カルデシアン積 $P \times L$ のある部分集合によって記述することができる。このときつぎの定理が成立する。

定理2 (基底接続代数系)

いま $\circ \subset P \times L$, $P \cap L = \emptyset$ とすると、

$$\Omega = (P, L, \odot)$$

は、被服図形に対する基底代数系を構成する。このとき P, L はその基底であり、もし順序対 $\langle p, l \rangle$ が \odot の要素であるとするとき、 $p \odot l$ とかき、 p は l 上にあることを表わし、 $p \not\odot l$ は、 p は l 上にないことを表わす。

さて、この被服図形の記述法に関する基礎理論を完成させるためには、任意に与えられた基底接続代数系に対する公理を与える必要がある。しかしながら各々の被服図形に対して公理群を与えるのは適切でないので、以下のような各々の特定理論に共通すると考えられる公理をひとつ与えることにする。そして個々の理論の適用において相異なる2つの点 P, Q の順序対に対して、ライン・タイプに新しい記号を導入することによって、つぎの公理を必要だけくりかえして適用することにする。

公理3

P と Q が相異なる点であれば、 P がライン・タイプ l 上にあり、 Q がライン・タイプ l 上にあるようなライン・タイプ l がただひとつ存在する。

さてここで、インシデンス \odot に新しい記号を導入しながら、いくつかの例を通して、この理論の一般性を示そう。

例1. $P \vee Q$: 相異なる2点 P, Q を線分でつなぐ。このとき公理より、 $P \odot P \vee Q$, $Q \odot P \vee Q$ となるような L の要素、ライン・タイプがただひとつ決まる。また $P \vee P = P$ 。

例2. $l, m \in L$ に対して、つぎの3つのうちのひとつが成立する。

- 1) $l \wedge m$: l と m が交点を持つ。
- 2) $l = m$: l と m が一致する。
- 3) $l \parallel m$: l と m は平行である。

例3. $P \odot l$, $Q \odot l$, $P \odot m$, $Q \odot m$ のとき

$$l = P \vee Q, m = P \vee Q \text{ すなわち } l = m \text{ である。}$$

例4. 図-3のような前身頃スローバ Ω_1 に対して、点列 $P_i (i = 1, 12)$ が与えられているとする。このとき Ω_1 の幾何学的構造に対する基底接続代数系 $\Omega'_1 = (P_1, L_1, \odot)$ は、表-2のインシデンス・テーブルで与えられる。ここで空欄は ϕ を表わす。インシデンス・テーブルについては後節で詳述する。

さて集合 P, L とインシデンス \odot は、表現しようとしている被服図形の作図要素によって定義される。つぎの性質は特に重要であるので補助定理として述べる。

補助定理1

基底接続代数系の持つひとつの構造の表現は、インシデンス・テーブルで与えられる。

補助定理2

ひとつの基底接続代数系の持つ代数構造は、いくつかの異なった幾何学的構造で表現可能である。いっぽう、ひとつの幾何学的構造は、ただかひとつの代数的構造で表現される。

この補助定理は、被服図形の合成則の基礎定理を定めているが、本論文では実例をかかげるだけにとどめる。例4のインシデンス・テーブルは図-4に示すように点線による幾何学的構造と図-5に示すような実直線とスプライン曲線による幾何学的構造を同時に表現している。いいかえれば、合成した結果を示す図形をひとつの幾何学的構造にとれば、ひとつの代数系で各部分図形も表現されていることになる。また、補助定理1によって、例4のインシデンス・テーブルから図-3や、図-4や、また図-5などの異なった幾何学的構造を持つ図形をいくつも作図することができる。このことから、直観的につぎの定理が導かれる。（証明は紙面の関係で省略した）

定理3（被服図形の合成則の基礎定理）

補助定理1, 2を充足する被服図形に対する基底接続代数系において、基底の変換は被服図形の合成演算と同値である。

2. 基底接続代数系の部分代数系

基底接続代数系 $\Omega = (P, L, \odot)$ において、 $P' \subset P$, $L' \subset L$, $p \in P'$, $l \in L'$, $p \odot l \equiv p \odot l$ とするとき、すなわち P', L' が作図演算 \odot で閉じているとき $\Omega' = (P', L', \odot)$ は Ω の部分代数系をなす。ここでは、被服図形の合成則に対する基礎定理を与えている定理3の補助定理を与えるために、特別な2つの部分代数系を導入する。この2つの部分代数系の構成は、CAPSシステムの強力なアーキテクチャを構成する基礎理論となっている。

2・1 部分代数系の削除（補助定理3）

基底接続代数系 $\Omega = (P, L, \odot)$ において

$$P' = \{p \in P : p \not\odot l^* \in L\}$$

$$L' = \{l \in L : l \neq l^* \in L\}$$

なるとき、部分代数系 $\Omega' = (P', L', \odot)$ は L^* に関して、部分代数系を削除した代数系を作る。

2・2 部分代数系の埋込（補助定理4）

基底接続代数系 $\Omega = (P, L, \odot)$ と $\Omega' = (P', L', \odot')$ において、

$$L(m) = \{l \in L' : l \neq m\} \text{ for } m \in L'$$

$$L(p) = \{l \in L' : p \odot' l\} \text{ for } p \in P'$$

なるとき

$$P = \{L(p) : p \in P'\} \cup \{L(m) : m \in L'\}$$

$$L = \{l : l \in L'\}$$

に対して、部分代数系 $\Omega = (P, L, \odot)$ は、部分代数系 Ω'

の Ω への埋込みを作る。

3. 被服外郭線のシェイプ・ベクトルによる表現

いま図-1のような被服外郭線上の2点 P_i, P_k を考える。点 P_k の座標原点 O に対する位置ベクトル r (絶対位置)は、 P_i の座標原点 O に対する位置ベクトル r_0 と、 P_k の P_i に対する位置ベクトル r_s との和であるから、

$$r = r_0 + r_s$$

が成立する。

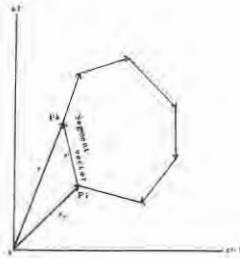


図-1 Position Vector and Shape Polygon

したがって、

$$r_s = r - r_0$$

であり、 r_s は相対位置ベクトルである。このベクトル r_s をセグメント・ベクトルと呼ぶことにすれば、被服外郭線は、セグメント・ベクトル r_s の集合として表わされる。このとき、外郭線上の $p \in P$ となる任意の1点から出発して、外郭線で囲まれている領域を右に見ながら(ただし、左に見ても一般性は損われない)、外郭線上を辿れば、各々のセグメント・ベクトルに出会う、このときセグメント・ベクトルの向きを回転方向に一致するように変更し、辿りついたセグメント・ベクトルの順にセグメント・ベクトルを並びかえると、外郭線上を一巡するベクトル列ができる。このベクトル列をシェイプ・ベクトルと呼び、シェイプ・ベクトルの作る閉多角形をシェイプポリゴンと呼ぶことにする。

シェイプ・ベクトルによる被服外郭線の表示は座標軸に対して独立であるので、同一形状を保持して、種々の位置、方向に交換することができる。さらにこの表示形式が被服図形の記述に有益である点は、シェイプ・ベクトルをシェイプ・ポリゴンの任意の頂点に対する位置ベクトルに自由に書き変えても、図形の幾何学的特性値が不変であることである。したがって、被服図形の合成に際しては、合成する被服部分図形のシェイプ・ポリゴンの任意の頂点間の相対的位置関係をベクトル表示するだけで済むので、合成に必要なベクトル演算が、著しく減少できる。

4. 作図関数のパラメトリックな表現と基底接続代数系 被服図形のシェイプ・ベクトルによる表示に対して、

基底接続代数系を拡張するために、シェイプ・ベクトルに対する作図関数を与える。このためには、シェイプ・ポリゴンの作図を開始する任意の頂点から周に沿う弧の長さ t をパラメータに選ばばよい。このときシェイプ・ポリゴン S の各頂点は

$$0 = t_1 < t_2 < \dots < t_n = T$$

に対応する。さらに $t = [0, 1]$ としても一般性を失わない。

このときの作図関数は t をパラメータとするパラメトリックな作図関数であり、その一般式は、

$$\begin{cases} x = f(t) & 0 \leq t \leq 1 \\ y = g(t) & 0 \leq t \leq 1 \end{cases}$$

で与えられる。

このときの被服図形の記述は、基底接続代数系 $\Omega = (P, L, O)$ において、

$$P \rightarrow S$$

$$L \rightarrow t$$

$$O \rightarrow O$$

なる対応を取るだけで与えられ、

$$\Omega v = (S, t, O)$$

となる。したがって前記の公理と定理はそのまま適用できる。

パラメトリックな被服図形の記述は、被服図形の合成を著しく容易する。たとえば、被服図形の任意一部分だけを集めて新しく被服図形を作り出すときには、たったひとつのパラメータ t の変域を指定するだけで、任意の部分図形を自由に描くことができるので、合成結果は、 t の変域と、パラメトリック関数のタイプだけを指定するのみで得られる。

5. 織物組織と被服図形の外郭線との合成

前述の方法で記述された被服図形の外郭線は閉曲線となるので、外郭線は平面を2つ領域に分割する。外郭線で囲まれている領域を内部領域 f_{in} とよび、囲まれていない領域を外部領域 f_{out} とよんで区別する。このとき画面領域を D とすれば

$$D = f_{in} \cup f_{out}$$

$$f_{in} \cap f_{out} = \phi$$

である。

被服図形の外郭線に対する画像関数 $f(x_1, x_2)$ は、

$$f(x_1, x_2) = \begin{cases} 1 & \text{if } (x_1, x_2) \in f_{in} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

なる2値論理関数⁵⁾となる。

また、織物組織図に対する画像関数は

$$t(x_1, x_2) = \begin{cases} 1 & \text{if } (x_1 \bmod F < F) \wedge (x_2 \bmod W < W) \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

なる2値論理関数となる。ここで F , W は織物組織の一完全意匠図を構成しているたて糸とよこ糸の数である。

さて $f(x_1, x_2)$, $l(x_1, x_2)$ の x_1, x_2 に画素点の座標 I, J を対応させても一般性を失わないので、

$$F[I, J] \equiv f(x_1, x_2)$$

$$T[I, J] \equiv l(x_1, x_2)$$

なるブール行列を得る。

したがって、織物組織図と被服図形の外郭線の内部領域との合成結果は、つぎのブール演算による画像出力で与えられる。

$$C[I, J] = F[I, J] * T[I, J]$$

ここで $*$ は

$$a * b := \text{if } a = 1 \text{ then } b \text{ else } 0$$

なる演算である。

CAPS の設計

前節までに述べた理論の基礎的な部分を実現するために、実験的なシステム、**CAPS** (Computer Aided Pattern Synthesizer) を設計した。このシステムはグラフィック・ディスプレイシステム(ソニー・テクトロニクス4051型)と、被服図形記述ソフトウェア・システムとにより構成される。

トータル・システムの構成図は図-2に示す。

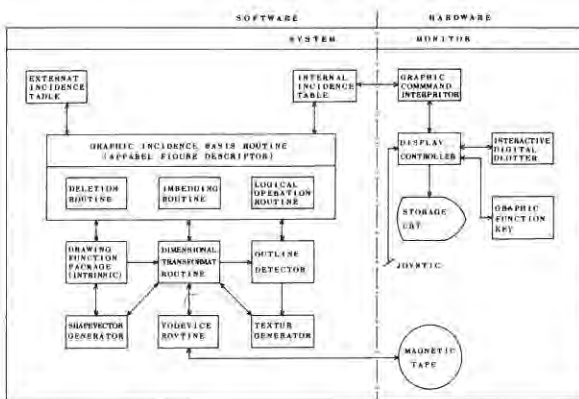


図-2 Configuration of CAPS

CPUは32KバイトROMを伴うマイクロ・プロセッサである。外部記録装置として300Kバイトの磁気テープ・ユニットを装備している。表示管は蓄像管方式であり、 1024×780 の画素数を持っている。被服図形が合成される標準的な手続の概要はつぎのようである。被服図形を記述したインシデンス・テーブルより P, L, O が取り出され、PATTERN DESCRIPTORを経由してセグメント・ベクトルがSHAPE VECTOR GENERATORに送られ、

シェイプ・ベクトルが作り出される。つぎに DIMENSIONAL TRANSFORMATION ROUTINE に送られて、図形変換に必要なベクトル演算が遂行される。指定された作図関数は DRAWING FUNCTION PACKAGE より割付けられて、INTERNAL CINCIDENCE TABLE が作られる。これらの結果は、GRAPHIC COMAND INTERPRITERを通してDISPLAY CONTROLLERの制御下にあるSTORAGE CRTおよびDIGITAL PLOTTERに表示される。

被服デザイナーと**CAPS** システムとの対話を通して、被服図形の合成が遂行されるように、GRAPHIC FUNCTION KEY(10個)、INTERACTIVE DIGITAL PLOTTER、そしてJOYSTIKがシステムに装備されている。したがって被服デザイナーは、これらのDISPLAY INPUT DEVICEを使用するだけで、特定のプログラム言語を知らないでも、被服図形を記述したり合成したりすることができる。

実験および結果

前進したデザイン理論と、それに基づく**CAPS** システムを検証するためにいくつかの実験をおこなった。

実験に使用した前身頃、後身頃、および袖の各スローパは、H. Pepin⁶⁾によるスローパ製図法によっている。この製図法は、いわゆる採寸値からの“割り出し”による製図法ではなく、製図に必要な点は採寸値の長さを半径とする円と、線分を用い、直線と直線の交点、円と円との交、直線と円との交点、直線に垂線をたてるなどの平面幾何学に基づく画法で決定される。したがって前述のシェイプ・ベクトルによる被服型紙の外郭線記述を実験するに適した従来からの製図法の一例である。製図に使用した採寸値は表-1に示した。

表-1 Chart of Garment Measurements

| | | Front SIZE 18 | Back SIZE 18 |
|---------------------|----------------------|---------------|--------------|
| 1 | CENTER BODICE LENGTH | 18" | 18" |
| 2 | FULL BODICE LENGTH | 18 | 18 1/2 |
| 3 | ACROSS MEASUREMENT | 12 | 12 1/2 |
| 4 | SHOULDER POINT WIDTH | 14 1/4 | 14 1/4 |
| 5 | FULL BODICE WIDTH | 24 1/2 | 18 1/2 |
| 6 | SHOULDER FITCH | 18 | 18 |
| 7 | SHOULDER WIDTH | 8 1/2 | 8 1/2 |
| 8 | NECK MEASUREMENT | 8 1/2 | 8 1/2 |
| 9 | SHOULDER HEIGHT | 18 | 18 1/2 |
| 10 | SIDE BODICE LENGTH | 7 1/2 | 7 1/2 |
| 11 | WAIST MEASUREMENT | 14 1/2 | 18 1/2 |
| 12 | BUST POINT HEIGHT | 8 1/2 | 8 1/2 |
| 13 | BUST POINT WIDTH | 7 1/2 | 8 1/2 |
| 14 | HIP MEASUREMENT | 17 1/2 | 17 1/2 |
| Sleeve Measurements | | | |
| 1 | OVERARM LENGTH | 22 1/2 | 24 1/2 |
| 2 | UNDERARM LENGTH | 17 | |
| 3 | BICEPS MEASUREMENT | 18 | |
| 4 | WRIST MEASUREMENT | 8 1/2 | |

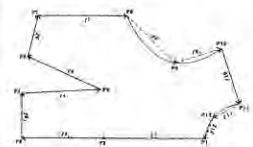


図-3 Shape Vector for the front bodice Sloper (refer to table 2)

図-3はシェイプ・ベクトルを表示したものであり、使用した作図関数はパラメ

表-2 Incidence Table for a Front Bodice Sloper (refer to Figure 3)

Line Types

| Points | δ_1 | δ_2 | δ_3 | δ_4 | δ_5 | δ_6 | δ_7 | δ_8 | δ_9 | δ_{10} | δ_{11} | δ_{12} | δ_{13} | δ_{14} |
|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| P_1 | ⊙ | | | | | | | | | | | | ⊙ | ⊙ |
| P_2 | ⊙ | ⊙ | | | | | | | | | | | | |
| P_3 | | ⊙ | ⊙ | | | | | | | | | | | |
| P_4 | | | ⊙ | ⊙ | | | | | | | | | | |
| P_5 | | | | ⊙ | ⊙ | | | | | | | | | |
| P_6 | | | | | ⊙ | ⊙ | | | | | | | | |
| P_7 | | | | | | ⊙ | ⊙ | | | | | | | |
| P_8 | | | | | | | ⊙ | ⊙ | | | | | | ⊙ |
| P_9 | | | | | | | | ⊙ | ⊙ | | | | | ⊙ |
| P_{10} | | | | | | | | | ⊙ | ⊙ | | | | ⊙ |
| P_{11} | | | | | | | | | | ⊙ | ⊙ | | | ⊙ |
| P_{12} | | | | | | | | | | | ⊙ | ⊙ | | ⊙ |

Where $p=(p_1) \sim 112$
 $L=(L_1) \sim 114$
 $\odot=(\odot \odot \odot)$
 $\ominus=(\ominus \ominus \ominus)$
 $\odot \ominus=(\odot \ominus \odot)$

⊙=dotted line
 ⊙=solid line
 ⊙=natural cubic spline curve



图-4 CAPS Output for a Front Bodice Sloper with Dotted Lines

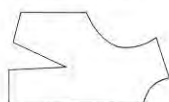


图-5 CAPS Output for a Front Bodice Sloper with Solid Lines and Natural Cubic Spline Curves



图-6 CAPS Output for a Back Bodice Sloper with Solid Lines and Natural Cubic Spline Curves

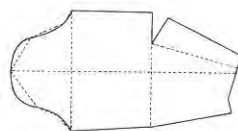


图-7 CAPS Output for a Sleeve Sloper with Dotted Lines, Solid Lines and Natural Cubic Spline Curves

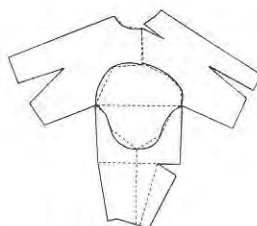


图-8 A Kimono Sleeve Synthesized by CAPS system



图-9 Position Vector of a Front Bodice Sloper



图-10 Outline Shape for a Front Bodice Sloper



图-11 Result of Outline Detection

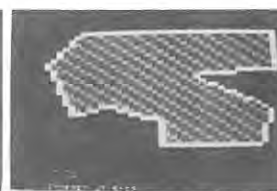


图-12 Synthesized Front Bodice Sloper with Texture Pattern Twill

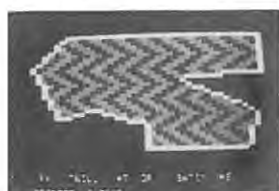


图-13 Synthesized Front Bodice Sloper with Texture Pattern Vertical Pointed Twill



图-14 Synthesized Front Bodice Sloper with Texture Pattern Gunclub Check



图-15 Position Vector of a Sleeve Sloper



图-16 Outline Shape for a Sleeve Sloper



图-17 Result of Outline Detection



图-18 Synthesized Sleeve Sloper with Texture Pattern Twill

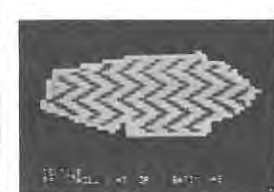


图-19 Synthesized Sleeve Sloper with Texture Pattern Vertical Pointed Twill



图-20 Synthesized Sleeve Sloper with Texture Pattern Gunclub Check

トリックな直線の方程式と、自然3次スプライン関数である。被服図形の外部線の合成と図形交換は、ベクトル演算され、同次座標系でおこなわれた。

特に被服型紙の製図過程でしばしば使用される線分上の任意の点で垂線をたてて、垂線上に必要な長さをとるという製図作業は、ベクトル回転演算子を作って、作図関数に組み入れることによって著しく簡略化することができた。このベクトル回転演算子を、被服図形を記述している基底接続代数系の作図演算子としてインシデンスに加えることによって、被服図形の記述力を大きく増大させ、しかも記述が平易になることが判明した。

インシデンス・テーブルの例は前身頃の作図段階のものを表-2に示した。

このテーブルに基づく作図結果は図-3である。同様な手続きを後身頃、袖に施した結果をそれぞれ図-6、7に示す。このようにして得られた各原型の外部線は、合成されて“きものスリーブ”のための新たな型紙が作り出された。合成結果は図-8に示した。合成に必要な情報は、各原型のシェイプ・ポリゴンの頂点の位置関係を示す3つの位置ベクトルの指定だけである。

つぎに、織物組織図と被服図形の外部線で囲まれた領域との合成結果を示す。図-9から図-20までは、前記と同一の原型についてその外部線と織物組織図を合成する過程と合成結果をモデル的に示したものである。図-9から図-14までは前身頃、図-15から図-20までは袖原型に対してのモデル図である。なお図-9と図-15は位置ベクトルを、図-10と図-16は外部線を、図-11と図-16は内部領域の判定結果を、それぞれ各原型に対しておこなった結果を示したものである。領域判定法は、走査線法に基づく2値論理関数を使用した。また織物組織図は、3原組織のなかから2/1の3枚斜文、変化組織の例として破れ斜文織の一種である杉綾(Vertical Pointed Twill)⁷⁾を、そして比較的複雑な織物組織である二重弁慶格子(Gunclub Check)を実験に使用した。なお、実験は外部線の合成については大阪市立大学計算センターのFACOM 230-60/75を、外部線と織物組織の合成についてはパーソナル・コンピュータAPPLE II(32 KRAMS)を使用した。織物組織図が被服図形の外部線の内部領域と合成された結果を明確に示すために、実験では40×40の画素数を使用した。

実験の考察

実験において使用された作図関数は、ベクトル回転演算子と、パラメトリックな直線の方程式および自然3次スプライン関数のわずかに3つであった。しかし実験結

果は、被服図形の合成則を究明するために提唱したシステム・アーキテクチャに対して満足すべきものであったことを示している。特に合成則の究明を遂行するためには、基底接続代数系が有力な手法を与えるであろうと期待される。またシェイプ・ベクトルによる被服図形の表示法は、被服図形の構成、記述そして合成に対する強力な図形演算法を与えるものと期待できる。そして本論文においてもその有効性の一部を実験を通して確認できた。

また、被服型紙の設計を、単なる外部線の決定に留めないで、被服型紙の設計を外部線の内部領域も含めて、設計する方法が、これらの理論と実験を通して実現可能であることが明らかになった。このことは被服設計と織物設計をひとつのデザイン・プロセスとして実現できることを提唱する論拠を与えている。この新しいデザイン理論は、被服デザインのトップ・ダウンな設計手段を、さらに拡大でき、しかも被服設計過程をコンピュータで追跡する有力な方法をあたえることができることを示唆している。

総 括

- (1) 被服図形の正準な記述法を与えるために、被服図形の幾何学的構造を代数的構造で与えるための基底接続代数系が導入された。
- (2) この代数系が被服図形の合成則を解明するための基礎理論を構成するようにするため、2つの部分代数系が導入された。
- (3) 基底接続代数系が、座標軸と独立な図形空間に対しても適用できるように、図形のシェイプ・ベクトルによる表示法と作図パラメータが導入された。
- (4) さらに被服図形の外部線で囲まれる内部領域も被服デザインの対象とするため、これらの領域と、織物組織図とを合成する基礎理論が2値論理画像関数を用いて導入させた。
- (5) これらの理論を遂行するためにCAPSシステムが設計された。
- (6) CAPSシステムの各機能を検証するために、被服型紙の外部線の合成と、外部線で囲まれる領域と、織物組織図との合成について実験がおこなわれ、いずれも成功した。
- (7) これらの理論的検討と実験結果とから、CAPSシステムは被服図形の合成則を究明するに十分な基礎的理論を実現したアーキテクチャを持っていることが明らかとなった。
- (8) またこれらの理論と実験結果とから、被服型紙の設

計から、トップ・ダウンに織物デザインや、ニットデザイン、プリントデザインに展開するデザイン理論がその基礎理論とともに提唱された。

謝 辞

本研究を遂行するに当り、終始御激励下さいました被服造形学講座の三平和雄教授、花田嘉代子講師に心より感謝致します。なお本研究は昭和54年度科学研究「マイクロコンピュータ利用による被服構成のための計測実験システムの研究」で分担した研究である。

文 献

- 1) 和 知：織機誌，**29**，P365 (1976)
- 2) Hearle, J.W.S., Grosberg, P., and Backer, S.,
Structural Mechanics of Fibers, Yarns, and

Fabrics, Wiley-Interscience, P371 (1969) New York

- 3) Prenowitz, P., and Jordan, M., *Basic Concepts of Geometry* John Wiley & Sons, P119 (1965) New York
- 4) Kunii, T.L., et al., *Comput. & Graphics*, **1**, P297 (1975)
- 5) Gonzalez, R.C., and Wintz, P., *Digital Image Processing*, Addison-Wesley, P348 (1977)
- 6) Pepin, H., *Modern Pattern Design*, Funk & Wagnalls Co., P59 (1942) New York
- 7) Davison, M.P., *A Handweaver's Pattern Book*, Maguerite P. Davison, Publisher, P6 (1944) Pennsylvania

Summary

This paper describes and discusses the system architecture of the computer aided garment design synthesizer using the new top-down design theory for garments and textiles.

In the past decade there has been increasing by some attentions given to finding ways of bringing the computer into the process of designing garments. The development of inexpensive interactive graphics terminals, such as personal computers and microcomputer systems, has brought this into the realm of practical economics. Notable contributions to the mathematical aspects of interactive fashion design system include the data description schema developed by T. L. Kunii, J. F. Blinn and M. E. Newell. This paper describes extensions of these schemes in the areas of description of pattern-making.

The modern block system of pattern-making involves careful drafting of the basic blocks only. Once these foundation patterns have been made, these become the basis for making countless variation in design. Some professionals sketch their ideas decidedly. Others prefer to work out the design directly in the pattern. They check proportion, silhouette and perfection of fit dependent upon "the position of the grain of the fabric". *Correction and improvements are then put into the final pattern.* THE PATTERN IS THE DESIGN FOR A GARMENT. It is to the dress designer what the blue print is to the architect.

No pattern paper, however, provides accurate information about structural textiles. The real problem lay in the representation of the construction pattern. The information that comes with the pattern design specifies the design of the fabric. The key process to be computer aided is *the design-concept-to-construction-pattern transformation*.

A completed garment design consists of both outline shape and texture inside these outlines. The outlines convey the theme of the design and the areas interpret these themes with various color and textural effects. Outlines and areas enclosed by them are dual aspects of the same design object.

We have very sophisticated ways of drawing the dress patterns. Careful analyses were made of canonical representations needed for describing, manipulating and synthesizing information from the construction pattern design. To facilitate our present study we need the definition of the figure description system, which is the base of discussion. In this paper, I wish to focus on the designing of architecture of the computer aided garment pattern synthesizer CAPS. The basic ideas in this architecture can summed up in four parts;

1. The geometric structure of a pattern outline shape is replaced by a structure of abstract algebra, that is, an incident basis system. While an algebraic structure is likely to be associated with several geometric structures,

it is not likely (though it is possible) that any geometry will be associated with several algebraic structures.

2. Any pattern outline shape is considered a polygon, made up of points, lines and incidences. These three primitive concepts are sufficient to completely define any pattern outline shape.
3. The binary image logical functions of the texture and the area inside these outlines were calculated. Several examples of the pattern synthesized using these values are given.
4. CAPS has been designed as an experimental system in order to realize the fundamental parts of the architecture theory described above. It is conceived as a medium for facilitating intuitive evaluation of pattern-design and construction decisions. Its purpose is to develop a satisfactory theoretical foundation for synthesizing the garment design.

The architecture was implemented on a personal computer and a middle scale computer. This system architecture has given us valuable guidance for the future development of new application using the basic theory of synthesizing pattern-designs.